ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201711.01070v1

蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛生长性能、屠宰性能和肉品质与常规化学成分的影响

张亚伟[1]　魏曼琳[1,2]　吴　浩[1]　周振明[1]　孟庆翔[1*]

（1.中国农业大学动物科技学院，动物营养国家重点实验室，北京　100193；2.内蒙古民族大学动物科技学院，通辽　028000）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中不同的蒸汽压片玉米与粉碎玉米比例对鲁西阉黄牛生长性能、屠宰性能和肉品质与常规化学成分的影响。选取 48 头 21 月龄左右的鲁西阉黄牛[体重（459.6±10.3） kg]，按照体重随机分为 4 组，每组 12 头牛，分别分配至 3 个围栏中进行饲养，每个围栏 4 头牛。4 组试验牛饲喂 4 种不同的饲粮，分别为 SFC0、SFC33、SFC67、SFC100，代表饲粮中蒸汽压片玉米替代粉碎玉米的比例分别为 0、33%、67%和 100%，饲粮中玉米含量为 35.85%。试验期共 180 d，分为 2 个阶段，第 1 阶段共 84 d，包括 14 d 的预试期和 70 d 的正试期，试验结束后对生长性能进行测定；第 2 阶段共 96 d，对肉牛进行育肥，试验结束后对屠宰性能和肉品质与常规化学成分进行测定。结果显示：SFC100 组的平均日增重（ADG）较 SFC67、SFC33 和 SFC0 组分别提高了 14.95%、25.77%和 38.20%，且 SFC100、SFC67 和 SFC0 组之间具有显著差异（$P<0.05$）；同时，与 SFC0 组相比，SFC33、SFC67 和 SFC100 组的料重比分别降低了 7.73%、17.01%和 25.34%，且各组之间均存在显著差异（$P<0.05$）。除 SFC100 组的眼肌面积显著大于 SFC0 组（$P<0.05$）外，蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米未对屠宰性能和肉品质与常规化学成分产生显著影响（$P>0.05$）。此外，随着饲粮中蒸汽压片玉米替代比例的增加，肉牛的终末体重、ADG、眼肌面积和大理石花纹等级呈线性增加（$P<0.05$），而料重比和屠宰率则呈线性降低（$P<0.05$）。由此可见，在饲粮中使用蒸汽压片玉米全部替代粉碎玉米可以在不影响屠宰性能和肉品质的基础上，显著提高鲁西阉黄牛的 ADG 和饲料转化效率，并在一定程度上能够提高优质牛肉切块的质量等级。

关键词：蒸汽压片玉米；粉碎玉米；鲁西阉黄牛；生长性能；屠宰性能；肉品质；肉常规化学成分

中图分类号：S816　　　　文献标识码：A　　　　文章编号：

玉米中含有丰富的碳水化合物，是肉牛尤其是育肥牛饲粮中重要的能量来源。但玉米籽粒的结构、胚乳类型及淀粉的晶体结构特性均会影响动物对玉米的消化和吸收，而谷物加工后可以部分或完全地消除谷物籽粒中蛋白质矩阵和胚乳类型等因素对消化造成的结构限制

收稿日期：2016-10-13
基金项目：农业部 948 项目——谷物饲料蒸汽压片处理关键设备和技术引进（2003-Z77）
作者简介：张亚伟（1989-），男，河南周口人，博士研究生，从事反刍动物营养与饲料研究。E-mail：ywz718@163.com
*通信作者：孟庆翔，教授，博士生导师，E-mail: qxmeng@cau.edu.cn

[1]。谷物加工方式包括干、湿、冷、热等，蒸汽压片是重要的湿热加工方式之一，也是美国肉牛育肥场中最为常用的加工方式[2]。蒸汽压片技术通过加工过程中的湿热调质和机械压轧作用破坏淀粉的结晶结构、蛋白质矩阵结构和致密的种皮结构等限制消化的因素，进而提高玉米的可消化性。Zinn 等[3]根据 12 项研究的结果估算出，与传统干加工方式相比，玉米经蒸汽压片处理后可以增加肉牛6.3%的平均日增重(ADG)并降低5.0%的干物质采食量(DMI)。然而，由于蒸汽压片玉米的使用效果受到动物的品种和类型、采食量和饲粮组成等多种因素的影响，所以国外的研究结果并一定完全适用于我国地方品种肉牛，而目前尚罕见蒸汽压片玉米在我国地方品种黄牛上使用效果的研究报道。因此，本研究拟使用鲁西阉黄牛为试验动物，探究蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例普通粉碎玉米对鲁西阉黄牛生长性能、屠宰性能和肉品质的影响，旨在为蒸汽压片玉米在我国地方品种黄牛养殖中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计与试验饲粮

本试验采用随机区组试验设计，将 48 头 21 月龄左右的鲁西阉黄牛[体重（459.6±10.3）kg]按照体重随机分为 4 组，每组 12 头牛，分别分配至 3 个围栏中进行散栏饲养，每个围栏 4 头牛。试验饲粮参考 NRC（2000）进行配制，饲粮精粗比为 55：45，玉米含量为 35.85%，将 4 种用蒸汽压片玉米替代不同比例粉碎玉米的饲粮（SFC0、SFC33、SFC67、SFC100，其组成及营养水平见表 1）随机分配给 4 组肉牛，饲粮 SFC0、SFC33、SFC67、SFC100 中蒸汽压片玉米替代粉碎玉米的比例分别为 0、33%、67%和 100%。试验用蒸汽压片玉米和粉碎玉米均由河北凯特饲料集团生产，所使用原料玉米均采购自河北省当地，一式 2 份，分别进行蒸汽压片和粉碎加工；蒸汽压片玉米使用蒸汽压片机组（SERIES 999，Roskamp，美国）进行加工，调质时间 60 min，压片厚度 2.5 mm，压制后热风干燥，容重 380 g/L；粉碎玉米使用锤片式粉碎机进行生产，筛孔直径 1.2 mm。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experiment diets （DM basis） %

项目 Items	饲粮 Diets			
	SFC0	SFC33	SFC67	SFC100
原料 Ingredients				
粉碎玉米 Milling corn	35.85	24.02	11.83	
蒸汽压片玉米 Steam-flaked corn		11.83	24.02	35.85
棉籽粕 Cottonseed meal	16.96	16.96	16.96	16.96
碳酸氢钠 $NaHCO_3$	0.18	0.18	0.18	0.18
食盐 NaCl	0.24	0.24	0.24	0.24
石粉 Limestone	0.31	0.31	0.31	0.31

chinaXiv:201711.01070v1

ChinaXiv合作期刊

预混料 Premix[1)]	1.28	1.28	1.28	1.28
全株玉米青贮 Whole corn silage	23.59	23.59	23.59	23.59
玉米秸秆 Corn stalk	21.59	21.59	21.59	21.59
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]				
维持净能 NE_m/(MJ/kg)	6.90	7.01	7.11	7.22
增重净能 NE_g/(MJ/kg)	4.37	4.46	4.55	4.64
干物质 DM	84.4	88.0	89.1	90.0
粗蛋白质 CP	9.12	9.09	9.15	9.10
淀粉 Starch	28.84	29.93	31.46	33.90
粗脂肪 EE	6.15	5.88	5.85	5.84
钙 Ca	1.26	1.19	1.19	1.19
磷 P	0.33	0.33	0.36	0.33
中性洗涤纤维 NDF	45.73	49.79	51.08	51.03
酸性洗涤纤维 ADF	36.69	36.63	36.51	36.96

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets:Fe (as ferrous sulfate) 60 mg，Zn (as zinc sulfate) 40 mg，Mg (as magnesium oxide) 30 mg，Mn (as manganese sulfate) 25 mg，Cu (as copper sulfate) 10 mg， I (as ethylenediamine dihydroiodide) 1 mg，Co(as colbalt sulfate) 0.15 mg，Se (as sodium selenite) 0.10 mg。

[2)]维持净能和增重净能基于 NRC（2000）进行计算，其余为实测值。NEm and NEg were calculated values according to NRC （2000）, whiel the others were measured values.

1.2 饲养管理

试验期共 180 d，分为 2 个阶段，第 1 阶段共 84 d，包括 14 d 的预试期和 70 d 的正试期，试验结束后对生长性能进行测定；第 2 阶段共 96 d，对肉牛进行育肥，试验结束后对屠宰性能和肉品质与常规化学成分进行测定。在第 1 阶段的预试期内，所有试验牛饲喂相同的饲粮，并对其进行驱虫、修蹄、打耳标等处理；从第 1 阶段正试期开始，4 组试验牛分别饲喂 4 种不同的试验饲粮，并延续至第 2 阶段结束。试验采用全混合日粮模式饲喂，于每日 08:00 和 17:00 时分 2 次进行饲喂，自由采食和饮水。饲养试验在北京鑫农畜牧有限公司进行。

1.3 生长性能测定

在第 1 阶段的正试期内，以围栏为单位，每天准确称取并记录给料量，每 3 d 收集并称量剩料量，每 4 周采集饲料样本并测定水分等常规化学成分，用以计算各组的 DMI。在每期试验开始和结束前，于每日晨饲前对牛只进行称重，每次连续称重 2 d，取平均值作为试验初始和期末体重，进而计算 ADG，并利用 ADG 和 DMI 计算料重比（F/G）。

1.4 屠宰性能测定

第 2 阶段试验期末，从每个围栏中随机选取 1 头牛，4 个组共 12 头牛，运至北京京和肉牛有限公司屠宰车间进行屠宰，屠宰前绝食 24 h。屠宰时测定活体重、胴体重、心脏、肝脏、脾脏、肺脏、瘤网胃和小肠重，并计算屠宰率；胴体经 0～4 ℃吊挂排酸 3 d 后测定第

chinaXiv:201711.01070v1

chinaXiv:201711.01070v1

6～7 肋间的背膘厚和眼肌面积，并根据日本肉牛胴体测定标准评定大理石花纹等级。

1.5　肉品质和常规化学成分测定

在屠宰时取第 10～11 肋背最长肌和臀中肌各 500 g，背最长肌取样后立即测定肉色、pH、嫩度、失水率和熟肉率；臀中肌经冷冻干燥后测定水分、粗蛋白质（CP）、粗脂肪和粗灰分等常规化学成分。常规化学成分测定方法如下：干物质（DM）、钙（Ca）、磷（P）含量按照张丽英[4]推荐的方法进行测定；粗蛋白质含量使用氮素分析仪（Leco F-P528，美国）进行测定；粗脂肪（EE）含量使用半自动脂肪分析仪（ANKOM XT10，美国）进行测定；淀粉（starch）含量采用 Xiong 等[5]介绍的方法进行测定；中性洗涤纤维（NDF）和酸性洗涤纤维（ADF）使用纤维分析仪（ANKOM A220，美国）进行测定。

1.6　数据处理及统计分析

试验数据经 Excel 2007 初步整理后，采用 SAS 9.00 统计软件中的 GLM 进程进行单因素方差分析，均值用 Duncan 氏法进行多重比较，并通过正交多项式对比分析（orthogonal polynomial contrast）对饲粮中蒸汽压片玉米的替代比例进行线性和二次曲线拟合，显著性水平为 P<0.05。

2　结　果

2.1　生长性能

由表 2 可知，各组的初始体重和 DMI 均没有显著差异（P>0.05），但 SFC100 组的终末体重分别比 SFC67、SFC33 和 SFC0 组高 3.66%、5.02%和 5.80%，其中 SFC100 与 SFC0 组之间具有显著差异（P<0.05），而 SFC67、SFC33 和 SFC0 组之间没有显著差异（P>0.05）。SFC100 组的 ADG 达到了 1.23 kg，较 SFC67、SFC33 和 SFC0 组的 1.07、0.97 和 0.89 kg 分别提高了 14.95%、25.77%和 38.20%，且 SFC100、SFC67 和 SFC0 组之间具有显著差异（P<0.05）。同时，与 SFC0 组相比，SFC33、SFC67 和 SFC100 组的 F/G 分别降低了 7.73%、17.01%和 25.34%，且各组之间均存在显著差异（P<0.05）。此外，正交多项式对比分析结果显示，随着蒸汽压片玉米替代比例的逐渐增加，肉牛的终末体重、ADG 呈线性增加（P<0.05），而 F/G 则呈线性降低（P<0.05）。

表 2　蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛生长性能的影响

Table 2　Effects of different proportions of steam-flaked corn substituted for milling corn in diets on growth performance of *Luxi* crossbred steers

项目 Items	组别 Groups1)				SEM	*P* 值	*P* 值 *P*-value2)	
	SFC0	SFC33	SFC67	SFC100		*P*-value	L	Q
初始体重 Initial BW/kg	463.1	459.8	456.7	458.8	10.3	0.976	0.726	0.794

终末体重 Final BW/kg	535.8^{b}	539.8^{ab}	546.9^{ab}	566.9^{a}	8.2	0.045	0.006	0.367
平均日增重 ADG/(kg/d)	0.89^{c}	0.97^{bc}	1.07^{b}	1.23^{a}	0.04	<0.001	<0.001	0.985
干物质采食量 DMI/(kg/d)	10.65	10.39	10.38	10.69	0.23	0.655	0.262	0.270
料重比 F/G	11.64^{a}	10.74^{b}	9.66^{c}	8.69^{d}	0.23	<0.001	<0.001	0.882

[1)]同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著（P>0.05），不同小写字母表示差异显著（P＜0.05）。下表同。In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

[2)]L：蒸汽压片玉米替代比例的线性效应；Q：蒸汽压片玉米替代比例的二次曲线效应。下表同。L: linear effect of substituted proportion of steam-flaked corn; Q: quadratic effect of substituted proportion proportion of steam-flaked corn. The same as below.

2.2 屠宰性能

由表 3 可知，各组的屠宰率、大理石纹等级、背膘厚、心脏重、肝脏重、脾脏重、瘤网胃重均没有显著差异（P>0.05）。SFC100 组的眼肌面积显著大于 SFC0 组（47.6 cm^2 vs. 36.8 cm^2；P<0.05），SFC33 组的肺脏重显著大于 SFC67 组（P<0.05），而其余各组之间没有显著差异（P>0.05）。就小肠重而言，SFC33 和 SFC67 组要显著大于剩余 2 组（P<0.05）。此外，随着蒸汽压片玉米替代比例的增加，屠宰率呈线性下降（P=0.044），而眼肌面积和大理石花纹等级却线性增加（P<0.05）；然而，小肠重和蒸汽压片玉米替代比例之间存在显著的二次曲线效应（P<0.05）。

表 3　蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛屠宰性能的影响

Table 3　Effects of different proportions of steam-flaked corn substituted for milling corn in diets on slaughter performance of *Luxi* crossbred steers

项目 Item	组别 Groups				SEM	P 值 P-value	P 值 P-value	
	SFC0	SFC33	SFC67	SFC100			L	Q
屠宰率 Dressing percentage/%	61.0	58.5	58.2	58.3	0.8	0.104	0.044	0.143
眼肌面积 Ribeye area/cm^2	36.8^{b}	39.9^{ab}	42.9^{ab}	47.6^{a}	2.3	0.025	0.003	0.733
大理石纹等级 Marbling grade	3±1	4±1	4±1	5±1	1	0.598	0.029	0.559
背膘厚 Backfat thickness/cm	2.00	1.45	2.00	1.70	0.16	0.095	0.639	0.457
心脏重 Heart weight/kg	1.79	2.08	2.10	2.02	0.27	0.838	0.580	0.580
肝脏重 Liver weight/kg	5.41	7.96	6.38	6.32	0.61	0.159	0.700	0.101
脾脏重 Spleen weight/kg	1.12	1.73	1.14	1.20	0.26	0.418	0.773	0.361

chinaXiv:201711.01070v1

肺脏重 Lungs weight/kg	7.73[ab]	8.12[a]	6.77[b]	7.62[ab]	0.20	0.034	0.128	0.302
瘤网胃重 Ruminoreticulum weight/kg	6.97	8.70	7.85	7.74	0.81	0.575	0.708	0.322
小肠重 Small intestine weight/kg	6.53[b]	8.17[a]	8.28[a]	6.36[b]	0.15	0.001	0.572	<0.001

2.3　肉品质和常规化学成分

由表 4 可知，背最长肌的肉色评分、pH、失水率、剪切力、熟肉率以及臀中肌的水分、粗蛋白质、粗脂肪和粗灰分含量在各组之间均没有显著差异（*P*>0.05），随着蒸汽压片玉米替代比例的增加也未表现出显著的线性或二次曲线效应（*P*>0.05）。

表 4　蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对肉品质和常规化学成分的影响

Table 4　Effects of different proportions of steam-flaked corn substituted for milling corn in diets on beef quality and conventional chemical components and *Luxi* crossbred steers

项目 Item	组别 Groups				SEM	*P* 值 *P*-value	*P* 值 *P*-value	
	SFC0	SFC33	SFC67	SFC100			L	Q
肉色评分 Flesh color score	62.9	59.8	55.5	64.0	2.7	0.179	0.919	0.057
pH	5.62	5.43	5.60	5.58	0.06	0.140	0.861	0.179
失水率 Dehydration rate/%	36.1	38.8	36.2	36.2	1.0	0.218	0.593	0.197
剪切力 Shear force/kg	3.81	3.28	3.94	3.21	0.35	0.354	0.470	0.775
熟肉率 Cooking percentage/%	47.29	47.26	47.42	46.24	0.97	0.814	0.505	0.565
水分含量 Moisture content/%	70.94	70.63	69.27	71.11	0.90	0.489	0.834	0.256
粗蛋白质含量 CP content/% DM	76.35	72.00	69.30	77.15	3.57	0.454	0.986	0.163
粗脂肪含量 EE content/% DM	16.58	21.67	20.97	16.29	2.33	0.269	0.882	0.058
粗灰分含量 Ash content/% DM	3.57	3.31	3.28	3.49	0.11	0.246	0.604	0.057

3　讨　论

3.1　蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛生长性能的影响

本试验结果表明，4组试验牛的DMI没有显著差异，这与Zinn等[6-7]的报道不同，其研究结果显示，与干加工方式相比，玉米经蒸汽压片处理后能够降低肉牛约6.9%的DMI。与先已有报道[8-9]相似，本试验中SFC100组比SFC0组肉牛的ADG增加了38.20%。Zinn等[3]根据12项研究的结果估算出，与传统干加工方式相比，玉米经蒸汽压片处理后可以增加肉牛6.3%的ADG并降低5%的DMI。反刍动物的采食量受饲粮能量水平和瘤胃有效容积等多种因素的

chinaXiv:201711.01070v1

chinaXiv:201711.01070v1

共同影响[10]，本试验中随着蒸汽压片玉米替代比例的增加，各组饲粮的维持净能（NEm）和增重净能（NEg）值也逐渐上升，而各组间DMI没有显著差异，表明在本试验条件下，饲粮能量水平不是限制DMI的主要因素，也就是说本试验中各组饲粮的能量水平还未达到限制鲁西阉黄牛DMI的程度。

随着蒸汽压片玉米替代比例的增加，各组的F/G逐渐下降，其中SFC100组较SFC0组甚至降低了25.34%，饲料转化效率大幅提高，这与Buttrey等[11]的研究结果相似，其结果显示，使用蒸汽压片玉米替代干碾压玉米可以使饲料转化效率提高9%。F/G随蒸汽压片玉米替代比例的增加而逐渐下降说明饲料转化效率随着蒸汽压片玉米替代比例的增加而逐渐升高，其原因可能是蒸汽压片过程破坏了玉米中淀粉的晶体结构和蛋白质矩阵状结构，增加了玉米籽粒同消化酶或微生物的接触面积，提高了淀粉和其他营养素的全消化道消化率，进而提高了能量的总利用效率，最终提高饲料转化效率。Zinn等[3]报道，蒸汽压片玉米的维持净能和增重净能值分别为10.04和7.07 MJ/kg，显著高于粉碎玉米的9.04和6.44 MJ/kg。

本试验在评价蒸汽压片玉米替代比例对鲁西阉黄牛生长性能影响的基础上，进一步确定肉牛饲粮中蒸汽压片玉米的最佳替代比例。在本试验中，随着蒸汽压片玉米替代比例平的逐步增加，鲁西阉黄牛的ADG呈线性增加，而F/G呈线性下降，这与饲粮能量水平随蒸汽压片玉米替代比例的增加而逐渐升高（表1）相一致。Huck等[12]的研究也得出了类似的结果，他们使用不同比例的蒸汽压片玉米替代蒸汽压片高粱，结果发现随着蒸汽压片玉米替代比例的增加，ADG和饲料转化效率逐渐升高。在本试验条件下，蒸汽压片玉米对饲粮中粉碎玉米的替代比例越高，饲料转化效率越高，蒸汽压片玉米完全替代粉碎玉米可使饲料转化效率最大化。

3.2 蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛屠宰性能的影响

在屠宰性能指标中，屠宰率和背膘厚等在一定程度上反映了牛肉产量的多寡，眼肌面积和大理石花纹等级则决定了优质牛肉切块的品质和数量，而内脏器官、瘤网胃及小肠的重量则反映了肉牛的消化和组织器官发育情况。与先前的研究报道[11,13-15]相似，本试验中使用蒸汽压片玉米替代饲粮中的不同比例粉碎玉米饲喂鲁西阉黄牛，对其屠宰率、大理石花纹等级和背膘厚等指标均没有产生显著影响；但与之不同的是，本试验中饲喂蒸汽压片玉米完全替代粉碎玉米的饲粮则显著地增加了鲁西阉黄牛的眼肌面积，而上述文献中玉米的加工处理对肉牛眼肌面积没有产生显著影响。同本试验结果相反，Leibovich等[16]研究发现，与干碾压玉米基础饲粮相比，饲喂蒸汽压片玉米基础饲粮的肉阉牛胴体具有更大的背膘厚和胴体质量等级，且具有相对较小的眼肌面积，造成此差异的原因可能与试验饲粮的谷物添加水平的不

chinaXiv:201711.01070v1

同有关，该试验饲粮中玉米含量约为70%，显著高于本试验饲粮中的玉米含量（约为36%）。Buttrey等[11]认为玉米加工方式对屠宰性能没有显著影响的原因是，饲料转化效率改变主要是通过改变肉牛的DMI来实现的，而由此造成的体重变化对屠宰性能的影响很小；而在本试验中，不同组鲁西阉黄牛的DMI并无显著差异，因此饲料转化效率的改变主要是由于饲粮消化率的不同所致，这可能是SFC100组的眼肌面积显著高于SFC0组而其他屠宰性能指标却无显著变化的原因。

此外，鲁西阉黄牛的眼肌面积和大理石花纹等级随着蒸汽压片玉米替代比例的增加而呈线性的增加，而屠宰率却呈线性下降，这可能与饲粮的维持净能和增重净能值的逐渐增加有关（表1）。同时，结果还表明，在本试验条件下，饲喂蒸汽压片玉米有助于提高鲁西阉黄牛胴体优质切块的等级，且提高程度随替代比例的升高而增加。

3.3 蒸汽压片玉米替代饲粮中不同比例粉碎玉米对鲁西阉黄牛肉品质和常规化学成分的影响

肉牛生产的最终目的是提供牛肉，因此牛肉产量和品质是衡量肉牛生产性能的最有力的指标。有关蒸汽压片玉米对牛肉成分及品质影响的研究报道较少。Buttrey等[13]报道称，饲粮中玉米的加工方式可以影响牛背最长肌中脂质的组成，与干碾压玉米基础饲粮相比，蒸汽压片玉米基础饲粮会显著降低牛肉中硬脂酸的含量，并提高α-软脂酸的含量；而饲粮中玉米的加工方式对牛背最长肌的感官性状没有显著影响。李瑞景[15]研究发现，与粉碎玉米基础饲粮相比，蒸汽压片玉米基础饲粮可以提高牛背最长肌中粗蛋白质和粗脂肪的含量，并能显著提高熟肉率和降低失水率。然而，本试验结果却显示饲粮中玉米的加工方式对牛肉成分和品质无显著影响，其原因可能有2个方面：一方面，本试验用于测定常规化学成分的肉块取自臀中肌，而上述试验中均使用的背最长肌，饲粮中玉米的加工方式对不同部位牛肉的影响程度可能并不相同；另一方面，本试验饲粮中的玉米含量约为36%，明显低于上述试验中的75%和66%，饲粮组成和能量水平具有明显差异，这可能是造成本试验中玉米的加工方式对鲁西阉黄牛肉品质和常规化学成分无显著影响的主要原因。

4 结　论

综上所述，在饲粮中使用蒸汽压片玉米完全替代粉碎玉米可以显著提高鲁西阉黄牛的ADG和饲料转化效率，并在一定程度上提高优质牛肉切块的质量等级，但对屠宰率、肉品质与常规化学成分无显著影响。此外，鲁西阉黄牛的ADG、饲料转化效率、眼肌面积和大理石花纹等级均随着饲粮中蒸汽压片玉米替代比例的增加而线性增加，也就是说在本试验条件下，使用蒸汽压片玉米完全替代饲粮中的粉碎玉米可以使鲁西阉黄牛的生产性能最大化。

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201711.01070v1

参考文献：

[1] DEHGHAN-BANADAKY M,CORBETT R,OBA M.Effects of barley grain processing on productivity of cattle[J].Animal Feed Science and Technology,2007,137(1/2):1–24.
[2] VASCONCELOS J T,GALYEAN M L.Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists:the 2007 Texas tech university survey[J].Journal of Animal Science,2007,85(10):2772–2781.
[3] ZINN R A,BARRERAS A,CORONA L,et al.Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle[J].Nutrition Research Reviews,2011,24(2):183–190.
[4] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].3版.北京:中国农业大学出版社,2007.
[5] XIONG Y,BARTLE S J,PRESTON R L.Improved enzymatic method to measure processing effects and starch availability in sorghum grain[J].Journal of Animal Science,1990,68(11):3861–3870.
[6] ZINN R A,ALVAREZ E G,MONTAÑO M F,et al.Influence of tempering on the feeding value of rolled corn in finishing diets for feedlot cattle[J].Journal of Animal Science,1998,76(9):2239–2246.
[7] ZINN R A.Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle[J].Journal of Animal Science,1987,65(1):256–266.
[8] BROWN M S,KREHBIEL C R,DUFF G C,et al.Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition,serum metabolite and insulin profiles,and performance by finishing steers[J].Journal of Animal Science,2000,78(9):2464–2474.
[9] CORONA L,RODRIGUEZ S,WARE R A,et al.Comparative effects of whole,ground,dry-rolled,and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle[J].Professional Animal Scientist,2005,21(3):200–206.
[10] FORBES J M.The multifactorial nature of food intake control[J].Journal of Animal Science,2003,81(Suppl2):E139-E144.
[11] BUTTREY E K,COLE N A,JENKINS K H,et al.Effects of twenty percent corn wet distillers grains plus solubles in steam-flaked and dry-rolled corn-based finishing diets on heifer performance,carcass characteristics,and manure characteristics[J].Journal of Animal Science,2012,90(13):5086–5098.
[12] HUCK G L,KREIKEMEIER K K,KUHL G L,et al.Effects of feeding combinations of steam-flaked grain sorghum and steam-flaked,high-moisture,or dry-rolled corn on growth performance and carcass characteristics in feedlot cattle[J].Journal of Animal Science,1998,76(12):2984–2990.
[13] BUTTREY E K,JENKINS K H,LEWIS J B,et al.Effects of 35% corn wet distillers grains plus solubles in steam-flaked and dry-rolled corn-based finishing diets on animal performance,carcass characteristics,beef fatty acid composition,and sensory attributes[J].Journal of Animal Science,2013,91(4):1850–1865.
[14] MACDONALD J C,JENKINS K H,MCCOLLUM F T I,et al.Effects of 20% corn wet distillers grain’s plus solubles in steam-flaked and dry-rolled corn-based finishing diets[C]//Joint Meeting.[S.l.]:[s.n.],2008.
[15] 李瑞景.蒸汽压片玉米对肉牛生长性能和肉品质的影响[D].硕士学位论文.保定:河北农

ChinaXiv合作期刊

业大学,2011.
[16] LEIBOVICH J,VASCONCELOS J T,GALYEAN M L.Effects of corn processing method in diets containing sorghum wet distillers grain plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle and on *in vitro* fermentation of diets[J].Journal of Animal Science,2009,87(6):2124–2132.

Effects of Different Proportions of Steam-Flaked Corn Substituted for Milling Corn in Diets on Growth Performance, Slaughter Performance, Beef Quality and Conventional Chemical Components of *Luxi* Crossbred Steers

ZHANG Yawei[1] WEI Manlin[1,2] WU Hao[1] ZHOU Zhenming[1] MENG Qingxiang[1*]

(1. *State Key Laboratory of Animal Nutrition, College of Animal Science and Technology, China Agricultural University*, *Beijing* 100193, *China*; 2. *College of Animal Science and Technology, Inner Mongolia University for Nationalities*, *Tongliao* 028000, *China*)

Abstract: This study was conducted to evaluate the effects of different proportions of steam-flaked corn (SFC) substituted for milling corn (MC) in diets on growth performance, slaughter performance, beef quality and conventional chemical components of *Luxi* crossbred steers. Forty-eight 21 months old *Luxi* crossbred steers with the body weight of (459.6±10.3) kg were randomly divided into four groups according to body weight, each group had twelve steers, which were housed in three pens with four steer per pen, respectively. Four different dietary were randomly assigned to four groups: SFC0, SFC33, SFC67 and SFC100, which represented the proportions of MC substituted with SFC in diets were 0, 33%, 67% and 100%, respectively. The content of corn in diets was 35.85%. The experiment lasted for 180 days including two stages. The first stage lasted for 84 days including 14 days for adaptation and 70 days for sampling, and the growth performance was measured at the end of trial. The second stage lasted for 96 days which was used to fat of steers, and the slaughter performance, beef quality and conventional chemical components were measured at the end of trial. The results showed as follows: the average daily gain (ADG) of SFC100 group was increased by 14.95%, 25.77% and 38.20% compared with SFC67, SFC33 and SFC0 groups, respectively, and there were significant differences among SFC100, SFC67 and SFC0 groups (P<0.051). Meanwhile, the ratio of feed to gain of SFC33, SFC67 and SFC100 group was decreased by 7.73%, 17.01% and 25.34% compared with SFC0

*Corresponding author, professor, E-mail: qxmeng@cau.edu.cn (责任编辑　菅景颖)

chinaXiv:201711.01070v1

ChinaXiv合作期刊

group, respectively, and it had significant difference among groups ($P<0.05$). Except that ribeye area of SFC100 group was significantly greater than that of SFC0 group ($P<0.05$), different proportions of SFC substituted for MC in diets had no significant effects on the other slaughter performance, beef quality and conventional chemical components （$P>0.05$）. Furthermore, the final body weight, ADG, ribeye area and marbling grade increased linearly ($P<0.05$), while the ratio of feed to gain and dressing percentage decreased linearly ($P<0.05$) as the increase of substitution proportion of SFC in diets. The results indicate that MC substitute with SFC can significantly improve the ADG, feed efficiency and quality grade of quality beef cuts to some extent of *Luxi* crossbred steers, while has no effects on slaughter performance, beef quality and conventional chemical components.

Key words: steam-flaked corn; milling corn; *Luxi* crossbred steers; grow performance; slaughter performance; beef quality; beef conventional chemical components

chinaXiv:201711.01070v1